

(19) KOREAN INTELLECTUAL PROPERTY OFFICE

KOREAN PATENT ABSTRACTS

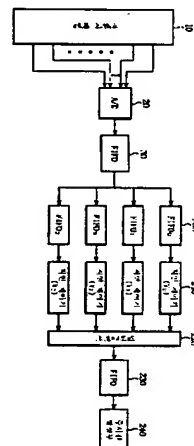
(11)Publication number: 1020020060573 A
(43)Date of publication of application: 18.07.2002(21)Application number: 1020010088786
(22)Date of filing: 31.12.2001
(30)Priority: 10.01.2001 KR 1020010001249
(51)Int. Cl: A61B 8/00(71)Applicant: MEDISON CO., LTD.
(72)Inventor: BAE, MU HO
HONG, JAE BEOM

(54) TRANSMITTING AND RECEIVING FOCUSING APPARATUS AND METHOD FOR FORMING ADAPTIVE SCAN LINE DATA

(57) Abstract:

PURPOSE: A transmitting and receiving focusing apparatus for forming adaptive scan line data and a method thereof are provided to generate exact receiving focusing data in a division area using a reference which determines an accuracy degree of a receiving focus.

CONSTITUTION: An analog/digital converter(20) converts a reflecting signal received through a conversion arrangement(10) into a digital signal. The digital signal is contemporarily stored in a memory(30). The digital signal stored in the memory(30) is provided to memories(200). Memories(200) temporarily stores the digital reflecting signal from the memory(30). Delay controllers(210) receive a digital from the memories(200) and receiving-focus preliminary scan line data. A multiplexer(220) multiplexes and temporarily stores 4 preliminary scan line data from the delay controllers(210) in an FIFO(230). A scan line synthesizer(240) synthesizes a parallel receiving-focused scan line data to generate adaptive scan line data.



&copy; KIPO 2003

Legal Status

Date of request for an examination (20011231)
Notification date of refusal decision (00000000)
Final disposal of an application (registration)
Date of final disposal of an application (20040527)
Patent registration number (1004410670000)
Date of registration (20040709)
Date of opposition against the grant of a patent (00000000)

(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(51) Int. Cl. 7
A61B 8/00

(11) 공개번호 특2002-0060573
(43) 공개일자 2002년07월18일

(21) 출원번호 10-2001-0088786
(22) 출원일자 2001년12월31일

(30) 우선권주장 1020010001249 2001년01월10일 대한민국(KR)

(71) 출원인 주식회사 메디슨
이민화
강원 홍천군 남면 양덕원리 114

(72) 발명자 배무호
서울특별시송파구신천동장미아파트19동808호
홍재범
경기도하남시창우동521신안아파트403-1103

(74) 대리인 주성민
장수길

심사청구 : 있음

(54) 적응적 주사선 데이터를 형성하는 송신집속 및 수신집속장치 및 방법

요약

본 발명은 적응적 송신집속 및 수신집속 방법 및 장치와 관한 것이다. 본 발명에 의한 수신집속은, 일군의 초음파 펄스로부터 반사되어 트랜스 듀서 어레이에서 수신하는 초음파 신호에 적응적 지연 프로파일을 적용하여 복수개의 예비 주사선 데이터를 수신집속하고, 복수의 예비 스캔라인 데이터를 결합하여 단일 스캔라인 데이터를 생성한다. 본 발명에 의한 적응적 송신집속은 초음파 영상을 형성할 대상 영역 내에서 초음파의 전파 속도에 따라 복수의 지연 프로파일을 적용하는 것을 특징으로 한다. 이와 같이 본 발명의 구성에 의할 때, 단일 지연 프로파일을 사용하는 경우 매질 특성이 달라져 발생하는 송신집속 및 수신집속의 오류를 줄일 수 있어 매질의 특성이 반영된 선명한 초음파 영상을 구현할 수 있다.

대표도
도 2

색인어

초음파 영상시스템, 적응적 송신집속, 적응적 수신집속, 지연 프로파일, 주사선 분할

명세서

도면의 간단한 설명

도 1a는 종래의 위상 배열을 이용한 송신집속 장치의 일실시예를 나타낸 도면.

도 1b는 종래의 위상 배열을 이용한 수신집속 장치의 일실시예를 나타낸 도면.

도 2는 본 발명에 의해 복수개의 지연 프로파일(delay profile)을 사용하여 병렬적으로 빔집속을 수행하는 초음파 영상시스템의 일실시예를 나타낸 도면.

도 3은 도 2에 도시된 본 발명의 일실시예에서, 병렬적으로 수신집속된 복수의 예비 스캔라인 데이터의 구조를 나타낸 도면.

도 4는 본 발명에 의해 복수개의 지연 프로파일을 사용하여 순차적으로 빔집속을 수행하는 초음파 영상시스템의 일실시예를 나타낸 도면.

도 5은 도 4에 도시된 본 발명의 일실시예에서, 순차적으로 집속된 복수의 예비 스캔라인 데이터의 구조를 나타낸 도면.

도 6은 도 2 및 도 4에 도시된 주사선 합성부의 구조를 나타낸 도면.

도 7은 수신집속의 정확성을 판단하기 위하여 주사선의 고주파 성분을 추출하는 장치의 일실시예를 나타낸 도면.

도 8은 중첩적으로 수신집속된 주사선 데이터를 조합하여 적응적 주사선 데이터를 형성하기 위해 대상영역을 분할하는 데 있어, 계층적 방법에 의해 주사선을 분할하는 방법을 도시하는 도면.

도 9은 중첩적으로 수신집속된 주사선 데이터를 조합하여 적응적 주사선 데이터를 형성하기 위해 대상영역을 분할하는 데 있어, 모서리 검출(edge detection)을 이용하여 주사선을 분할하는 일실시예를 나타낸 도면.

도 10는 복수개의 지연 프로파일을 적용하여 적응적 주사선 데이터를 생성하는 과정을 나타내는 흐름도.

도 11은 본 발명에 의한 복수개의 지연 프로파일을 적용하여 적응적 송신집속을 위한 송신기의 일실시예를 나타내는 블록도.

도 12는 본 발명에 의한 적응적 송신집속을 사용한 경우 주사선 데이터를 생성하기 위한 수신기의 일실시예를 나타내는 블록도.

도 13은 본 발명에 의한 적응적 송신집속을 사용한 경우 주사선 데이터를 생성하기 위한 수신기의 또 다른 실시예를 나타내는 블록도.

< 도면의 주요 부분에 대한 부호설명 >

210, 400 : 지연제어기

240, 430 : 주사선 합성부

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 초음파 영상 시스템에서의 송신집속 및 수신집속에 관한 것으로, 영상화하고자 하는 매질의 특성을 반영하여 복수개의 지연 프로파일을 사용하는 적응적 주사선 데이터를 형성하는 송신집속 및 수신집속 장치 및 방법에 관한 것이다.

잘 알려진 바와 같이, 위상 배열(phased array)을 이용하는 초음파 영상 형성 시스템은 다수의 변환자(transducer)의 배열(10)을 포함한다. 이러한 위상 배열을 이용한 종래의 송신집속 장치와 수신집속 장치를 도 1a와 도 1b에 나타내었다. 도 1에 도시된 바와 같이, 이와 같은 시스템은 다수의 채널을 포함하고, 각 채널은 각 변환자에 연결된 송신부와 수신부를 포함한다. 송신부의 변환자들은 일군의 초음파 펄스들을 대상 물체, 예를 들어 인체에 가하는 역할을 수행한다. 송신되는 초음파 에너지를 대상내의 소기의 지점에 집속시키기 위하여, 그 소기의 점에서 펄스가 보강 간섭되도록 초음파 펄스들의 지연 프로파일이 결정되고, 각 변환자는 이 소정의 지연 프로파일에 따라 적절한 시점에 펄스를 출력한다.

도 1a를 바탕으로 종래 발명에 의한 초음파 펄스의 생성 과정을 살펴본다. 먼저, 트리거 펄스(trigger pulse)가 초음파 펄스의 송신의 개시를 알리면, 지연회로(1)는 송신부의 변환자 배열 각각에 적절한 지연을 인가한다. 인가된 지연 시간을 기점으로 파형 테이블(3)에 저장된 송신파형이 읽혀지고 전력 증폭기(5)를 통하여 증폭된 후 변환자 배열 각각에 인가되어 초음파 펄스가 전송된다.

이 펄스는 대상내의 여러 구조들을 거쳐 다시 변환자 배열(10)로 반사되어 되돌아 오는데, 반사된 신호를 수신집속하여 초음파 영상을 형성한다. 도 1b를 바탕으로 반사 신호를 수신집속하는 방법을 설명하면 다음과 같다.

대상 물체로부터 반사된 초음파 에너지는 각 배열 소자에 서로 다른 시간에 도달한다. 수신신호는 아날로그/디지털 변환기(A/D)(20)를 거쳐 메모리(FIFO)(30)에 임시 저장되고, 빔형성 과정을 거치게 된다. 메모리(30)에 저장된 디지털 신호는 지연제어기(delay controller)(40)에 의해 소기의 지점에 집속되도록 적절한 지연을 겪은 후 모두 합산된다. 집속되는 지점이 깊이 방향으로 진행해 가면서 집속이 이루어지도록 지연의 값은 끊임없이 변화한다. 이후 메모리(FIFO)(50) 및 복조기(60)를 거쳐 표시장치(70)를 통하여 초음파 영상이 표시된다.

송신 집속 및 수신 집속시 가해지는 지연 프로파일은 매질내에서 초음파 펄스의 전파속도에 의하여 결정된다. 즉, 전송 초음파가 매질의 일정 깊이에서 도달하고 반사되어 돌아오는 시간을 가정하여 송신집속 및 수신집속의 지연 프로파일이 결정된다. 전송 초음파의 매질 통과 속도는 초음파가 인가되는 매질의 특성에 의하여 결정된다. 매질이 인체인 경우를 예로 들면, 초음파의 전파 속도는 지방에서 1460m/s, 간에서 1555m/s, 혈액에서 1560m/s, 근육에서 1600m/s의 값을 갖는다.

실제로 초음파가 진행하는 매질은 균일하지 않으며, 매질의 깊이에 따라 전파 속도가 변하게 된다. 그러나, 종래에는 균일한 매질을 가정하여 송신집속 및 수신집속이 이루어졌기 때문에, 매질 변화에 따라 초음파신호가 겪는 실제 지연값을 반영하지 못하여, 매질 변화에 따른 송신집속 및 수신집속의 오류가 발생하는 문제를 야기한다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

상기한 바와 같이, 균일한 매질을 가정하는 종래의 초음파 영상시스템에서는 실제 매질의 변화에 따라 송신집속 및 수신집속의 오류가 발생한다. 따라서, 정확한 송신집속 및 수신집속이 이루어지지 않아 영상의 왜곡이 발생한다. 이러한 문제점을 해결하기 위하여, 매질의 특성을 고려하여 초음파의 실제 전파 속도가 반영된 지연 프로파일을 사용하는 방법이 필요하다.

다수의 지연 프로파일을 적용하여 주사선 데이터를 수신집속하기 위하여, 수신집속의 정확도를 결정하는 기준과 수신집속이 정확하지 않은 경우, 매질의 특성에 따라 초음파 영상을 형성할 대상 영역을 분할하는 방법이 필요하다. 본 발명에서는 대상 영역을 분할하고 수신집속의 정확성도를 결정하는 기준을 사용하여, 분할영역의 각 부분의 정확한 수신집속 데이터를 생성하는 초음파 시스템을 제공한다.

상기한 목적을 위하여 본 발명의 일면에 의한 적응적 수신집속 방법은

초음파 영상 시스템에서 주사선 데이터를 수신집속하는 방법에 있어서,

- a. 다수의 변환자에서 초음파 영상을 형성할 대상영역으로 초음파 신호를 송신집속하는 단계와,
 - b. 상기 다수의 변환자에서 수신된 반사된 초음파 신호를 다수의 지연 프로파일에 따라서 수신집속하여 다수의 예비 주사선 데이터를 형성하는 단계와,
 - c. 상기 다수의 예비 주사선 데이터를 조합하여 주사선 데이터를 형성하는 단계
- 를 포함하는 것을 특징으로 한다.

본 발명의 또다른 일면에 의한 수신집속 장치는

초음파 영상 시스템에서 주사선 데이터를 수신집속하는 장치에 있어서,

- a. 다수의 변환자에서 초음파 영상을 형성할 대상영역으로 초음파 신호를 송신집속하는 수단과,
 - b. 상기 다수의 변환자에서 수신된 반사된 초음파 신호를 다수의 지연 프로파일에 따라서 수신집속하여 다수의 예비 주사선 데이터를 형성하는 수단과,
 - c. 상기 다수의 예비 주사선 데이터를 조합하여 주사선 데이터를 형성하는 수단
- 을 포함하는 것을 특징으로 한다.

영상화하고자 하는 대상물 내에서 실제 초음파의 전파속도를 고려하여 송신집속하기 위해서는 실제 전파속도에 대응하는 복수의 지연프로파일을 생성하고, 복수의 지연프로파일을 각각 적용하여 송신집속이 이루어져야 한다.

이러한 과제를 해결하기 위하여, 본 발명의 일면에 의한 송신집속 방법은

초음파 영상을 형성할 대상 영역 내에서의 전파속도에 따라 복수개의 지연 프로파일을 적용하여 일군의 초음파 펄스를 송신집속하는 단계와,

상기 송신집속된 일군의 초음파 펄스를 전송하는 단계

를 포함하는 것을 특징으로 한다.

상기 송신집속 방법에 있어, 상기 일군의 초음파 펄스를 송신집속하는 단계는,

상기 일군의 초음파 펄스에 속한 초음파 펄스 각각에 대하여,

상기 복수개의 지연 프로파일 각각을 적용하는 단계와,

상기 복수개의 지연 프로파일 각각에 대응된 파형 데이터로부터 복수개의 파형을 생성하는 단계와,

상기 생성된 복수개의 파형을 결합하는 단계

를 포함하는 것을 특징으로 한다.

발명의 구성 및 작용

< 수신집속 장치 >

본 발명은 매질의 실제적인 특성을 반영한 지연 프로파일을 사용하여, 매질의 특성이 변하는 경우에도 정확한 수신집속이 이루어질 수 있도록 한다.

매질의 깊이에 따른 전파속도는 모든 깊이에서 일정하지 않을 것이다. 따라서, 매질의 변화에 따른 모든 속도 변화를 반영하여 지연 프로파일을 생성하고, 이를 이용하여 수신집속을 수행하는 것은 매우 어렵다. 실제로 영상화하고자 하는 대상에서 매질의 분포는 크게 몇 가지 종류로 그룹화될 수 있을 것이다. 그룹화된 매질을 가정할 때, 변환자 배열로부터 초음파가 전송되어 소정의 깊이에 도달되고, 반사되어 돌아오는 지연시간을 계산할 수 있다. 지연시간을 알면 초음파가 소정의 깊이까지 통과하는 평균전파 속도를 구할 수 있고, 초음파의 평균전파 속도를 이용하여 깊이에 따른 지연 프로파일을 계산할 수 있다.

그러나, 초음파 영상을 형성하는 경우, 초음파가 전파하는 매질의 특성을 미리 알고 있지 못한 경우가 대부분일 것이다. 따라서, 본 발명에서는 일정한 개수의 지연 프로파일을 적용하여, 각각의 지연 프로파일에 대응된 예비 주사선 데이터를 수신집속하고, 예비 수신집속 데이터의 정확도를 결정하여, 가장 정확한 예비 수신집속 데이터를 조합하여 적응적 주사선 데이터를 생성한다.

수신집속의 정확도 결정은 영상화될 대상 영역을 소정의 기준에 의해 분할한 영역인 판단 영역별로 수행된다. 판단 영역별로, 각각의 지연 프로파일에 의해 수신집속된 예비 데이터들의 수신집속의 정확도를 결정하고, 수신집속의 정확도에 근거하여 판단영역을 더 분할하거나, 수신집속 데이터를 합성한다. 판단영역의 분할은 판단영역의 모든 분할 부분이 소정의 정확도를 만족시킬 때까지 반복된다.

이하 첨부된 도면을 바탕으로 본 발명에 의한 수신집속 장치 및 방법에 대하여 자세히 설명한다.

도 2는 본 발명에 의해 복수개의 지연 프로파일을 사용하여 병렬적으로 수신집속을 수행하는 초음파 영상시스템의 일 실시예를 나타낸다. 도 2의 실시예에서, 4개의 전파 속도(V_0, V_1, V_2, V_3)를 가정한 지연 프로파일을 사용하여 병렬적으로 복수의 예비 주사선 데이터를 수신집속하고, 주사선 합성부(240)에 의하여 적응적 주사선 데이터를 생성한다.

변환자 배열(10)을 통하여 수신된 반사신호는 아날로그/디지털 변환기(A/D)(20)를 거쳐, 메모리(FIFO)(30)에 임시 저장되고, 각각 개별적인 지연 프로파일이 적용되는 각각의 메모리($FIFO_0, FIFO_1, FIFO_2, FIFO_3$)(200)에 임시 저장된다. 메모리(200)에 임시 저장된 디지털 신호는 지연 제어기(210)에 의해 개별적인 지연 프로파일을 적용받아 예비 주사선 데이터가 수신집속된다.

병렬적으로 수신집속을 수행하는 지연 제어기(210)들의 수에 비례하여 예비 주사선 데이터가 생성되고, 이들을 결합하여 주사선 데이터를 생성하기때문에 정확한 수신집속이 가능하다. 그러나, 사용되는 지연프로파일의 수는 하드웨어 및 소프트웨어의 복잡도, 속도 등과 밀접한 관련이 있으므로, 적용 지연 프로파일의 수를 결정하는 데 있어 이런 요소들을 고려하여 결정되어야 한다.

도 2에 도시된 본 발명의 일 실시예에서는, 4개의 지연 프로파일이 병렬적으로 사용된다. 실제로 본 발명의 또다른 실시예에서, 다른 개수의 지연 프로파일이 사용될 수 있다.

4개의 지연 제어기(210)에서 수신집속된 4개의 예비 주사선 데이터는 멀티플렉서(220)에서 다중화된 뒤, 메모리(FIFO)(230)에 임시 저장된다. 병렬적으로 수신집속되어 메모리(FIFO)(230)에서 공유되는 예비 주사선 데이터의 구조는 도 3에 나타나 있다. (D_i) 에서 첨자(i)는 지연 프로파일(i)를 사용하였음을 의미하며, 병렬적으로 수신집속되었으므로, 특정 시점에서 4가지 지연 프로파일에 의해 생성된 수신집속 데이터 모두를 얻을 수 있다. 주사선 합성부(240)는 병렬적으로 수신집속된 주사선 데이터를 조합하여 적응적 주사선 데이터를 생성한다. 주사선 합성부(240)가 적응적 주사선 데이터를 생성하는 과정에 대해서는 뒤에서 자세히 설명한다.

도 2에 도시된 방법에 의하는 경우, 빔형성기는 병렬적으로 예비 주사선 데이터를 수신집속하므로, 본 실시예의 프레임율은 하나의 지연 프로파일을 사용하는 경우와 동일하다. 그러나, 지연 프로파일의 사용 수만큼 수신집속 채널이 필요하므로, 하드웨어가 복잡해진다. 그러나, 최근의 집적회로 기술의 발달로 인하여 하나의 응용주문형집적회로(ASIC)로 구현이 가능하다.

도 4는 본 발명에 의해 복수개의 지연 프로파일을 사용하여 순차적으로 빔집속을 수행하는 초음파 영상시스템의 일실시예를 나타낸다. 도 2의 실시예와 비교할 때, 단일 채널을 사용하여 예비 주사선 데이터를 수신집속함을 알 수 있다. 상기 실시예에서, 지연 프로파일을 순차적으로 적용하여 각각의 지연 프로파일에 대한 예비 주사선 데이터를 생성하고, 주사선 합성부(430)는 모든 예비 주사선 데이터를 결합하여 적응적 주사선 데이터를 생성한다.

변환자 배열(10), 아날로그/디지털 변환기(20) 및 메모리(FIFO)(30)의 기능은 도 2의 실시예에 도시된 구성요소의 기능과 동일하다. 메모리(30)에 임시 저장되어 있는 디지털 신호를 읽어 들여, 제1 지연 프로파일을 적용하여 지연 제어기(400)에서 수신집속을 수행한다. 수신집속된 주사선 데이터는 임시 저장 메모리(FIFO)(420)에 저장된다. 다시 메모리(FIFO)(30)로부터 동일한 디지털 신호를 읽어 들여, 제2 지연 프로파일을 적용하여 주사선 데이터를 수신집속한다. 수신집속된 주사선 데이터는 다시 메모리(FIFO)(420)에 저장된다. 모든 지연 프로파일을 적용할 때까지 동일한 과정을 반복하면, 메모리(FIFO)(420)에는 순차적으로 수신집속된 주사선 데이터들이 저장된다.

도 5는 4개의 지연 프로파일을 사용하는 경우, 순차적으로 수신집속되어 메모리(FIFO)(510)에 임시 저장되어 있는 수신집속 데이터의 구조를 나타낸다. 병렬적으로 수신집속된 데이터의 구조를 나타내는 도 3과 비교할 때, 4개의 지연 프로파일을 적용한 4개의 예비 주사선 데이터를 생성하기 위하여 4배의 시간이 소요됨을 알 수 있다.

지연 프로파일을 적용하는 과정에서, 지연 프로파일 저장장치(410)는 지연 제어기(400)에 지연 프로파일을 제공한다. 지연 프로파일 저장장치(410)는 모든 지연 프로파일에 대한 정보를 포함하고 있다가 지연제어기(400)의 요구가 있는 경우, 해당 지연 프로파일을 제공한다.

주사선 합성부(430)는 순차적으로 수신집속되어 메모리(FIFO)(420)에 저장되어 있는 예비 주사선 데이터를 조합하여, 적응적 주사선 데이터를 생성한다. 도 2의 실시예와 동일한 방법에 의하여 적응적 주사선 데이터를 조합하는데, 구체적인 방법에 관하여 뒤에서 자세히 설명한다.

도 2의 실시예와 달리 도 4의 실시예에서, 빔형성기는 단일채널을 사용한다. 따라서, 하드웨어의 복잡도는 감소하지만, 사용되는 지연 프로파일의 수에 비례하여 주사선 데이터의 생성 시간이 길어진다. 결국, 초음파 영상시스템의 프레임율은 사용되는 지연 프로파일의 수에 비례하여 감소된다.

상기한 도 2 및 도 4의 실시예에 있어서, 주사선 합성부(230, 430)는 복수개의 주사선 데이터를 사용하여 적응적 주사선 데이터를 생성한다. 이를 위해서, 적응적 주사선 데이터 합성방법은 매질의 특성을 반영해야 한다. 정지 영상의 경우, 초음파 영상 전체를 한번 스캐닝하는 동안 결정된 주사선 데이터의 합성 방법을 여러장의 영상에 대해 반복적으로 적용할 수 있을 것이다. 반면, 동영상의 경우, 초음파 영상을 스캐닝할 때 마다 서로 다른 합성 방법을 사용하여야 할 것이다.

매질에 따른 지연 프로파일을 결정하기 위해, 주사선 데이터의 수신집속의 정확성을 판단해야 한다. 수신집속 정확성의 판단은 소정의 예비 주사선 데이터를 포함하는 일정 영역(이하, "판단 영역")별로 수행된다. 즉, 초음파 영상 화면을 분할하여 판단 영역들을 설정하고, 판단 영역별로 가장 정확한 예비 주사선 데이터를 결정한다. 앞으로, 도 6 내지 도 10을 바탕으로 주사선 합성부(240, 430)에서 수행되는 적응적 주사선 데이터 생성방법에 대하여 자세히 설명한다.

도 6은 도 2 및 도 4의 실시예에 있어서, 주사선 합성부(240, 430)의 구조를 나타낸다. 주사선 합성부(240, 430)는 수신집속된 복수개의 예비 주사선 데이터(도 2에서 병렬적으로 수신집속된 데이터와 도 4에서 순차적으로 수신집속된 데이터)를 이용하여 적응적 주사선 데이터를 생성한다. 개별적인 지연 프로파일에 의해 생성된 복수개의 주사선 데이터를 이용하여 적응적 주사선 데이터를 생성하기 위해서, 주사선 합성부(240, 430)는 복수개의 주사선 데이터를 비교하여, 수신집속이 정확히 이루어진 부분을 선택하고, 선택된 부분을 하나의 스캔라인 데이터로 조합하는 기능을 한다.

이를 위해 수신집속 정확성 판단부(600)에서 수신집속의 정확성을 판단한다. 상기한 바와 같이, 실제로 수신집속에 대한 정확성의 판단은 판단 영역별로 수행된다. 판단 영역의 선택에 있어서, 판단 영역을 광범위하게 설정하는 경우, 적응적 주사선을 형성하기 위한 계산 및 시스템은 단순화되지만, 정확한 적응적 수신집속 데이터의 형성을 기대하기 어려울 것이다. 판단 영역을 협소하게 설정하는 경우에는 반대의 현상이 발생할 것이다. 따라서, 정확한 적응적 주사선의 형성과 시스템의 단순화 사이에서 적절한 타협점을 찾아야 할 것이다.

수신집속이 정확하지 않은 경우, 영역분할부(610)에서 필요한 영역의 분할을 수행한다. 정확성 판단부(600)와 영역분할부(610)는 영역의 분할로 수신집속의 정확성이 소정의 기준을 만족시킬 때까지, 정확성에 대한 정보와 분할에 대한 정보를 교환한다. 주사선 결합부(620)에서는 정확성 판단부(600)로부터 제공되는 주사선 데이터의 수신집속의 정확성과 영역분할부(610)로부터 제공되는 영역 분할에 대한 정보를 이용하여 적응적 주사선 데이터를 생성한다. 이들 각각에 대하여 자세히 설명하면 다음과 같다.

먼저, 수신집속 정확성 판단부(600)에서 수신집속의 정확성을 판단하는 방법에 대하여 설명한다. 수신집속이 정확하게 이루어진 경우, 초음파 영상은 또렷하게 표시될 것이다. 따라서, 수신집속의 정확성을 판단하는 기준으로 화면의 밝기 성분과 고주파 성분을 이용할 수 있다. 화소의 밝기 성분 및 고주파 성분의 검출은 소정의 개수의 주사선으로 이루어지는 판단 영역에 걸쳐 수행된다.

수신집속 정확성의 판단 기준으로 화면의 밝기 성분을 이용하는 경우, 화면을 구성하는 화소의 밝기 성분을 추출하여, 주사선에 대한 밝기 성분의 평균값을 계산한다. 즉, 판단 영역에 대한 밝기 성분의 평균값이 소정의 문턱값을 넘는 경우, 수신집속이 정확히 이루어졌다고 판단한다. 주사선 밝기 성분의 평균값은 다음의 식으로 표현된다.

수학식 1

$$\bar{B} = \frac{\sum B^n(x, y)}{N}$$

수학식 1에서 B(x, y)는 화면상의 좌표(x, y)에서 화소의 밝기 성분을 나타낸다. 좌표(x, y)는 밝기 성분의 추출의 대상이 되는 판단 영역에 속하는 점들이다. N은 판단 영역에 분포하는 화소의 개수를 나타낸다.

수신집속이 정확한지 판단하는 기준으로 화면을 구성하는 고주파 성분을 이용할 수도 있다. 수신집속이 정확히 이루어지지 않은 경우, 화면은 블러링(blurring)의 발생 등 고주파 성분이 감소한다. 따라서, 고주파 성분의 추출을 통하여 수신집속의 정확성을 판단할 수 있다.

도 7은 수신집속된 주사선 데이터로부터 고주파 성분을 추출하여 수신집속의 정확성을 판단하는 장치를 나타낸다. 전처리부(700)는 자동이득제어(automatic gain control)등과 같은 전처리 기능을 수행한다. 잡음제거부(710)는 잡음 성분을 제거하는 기능을 수행하는데, 메디안 필터(median filter)등을 사용할 수 있다. 잡음도 고주파 성분이므로, 주사선 데이터에서 콘트라스트(contrast)를 나타내는 고주파 성분만을 추출하기 위하여 잡음의 제거가 필요하다. 잡음제거

부(710)를 통하여 잡음이 제거된 신호는 고주파성분 추출부(720)로 입력된다. 고주파성분 추출부(720)에서는 원하는 대역의 주파수를 추출하는 기능을 수행한다. 실제로 고주파성분 추출부(720)는 원하는 주파수 대역에 맞춰진 대역 필터로 구성될 수 있다. 고주파성분 추출부(720)를 통하여 특정 대역의 주파수 성분만이 고주파성분 산출부(730)로 입력된다. 고주파성분 산출부(730)에서는 소정의 주파수 값을 누산을 통하여 계산한다. 고주파성분 산출부(730)에서 출력된 값이 소정의 문턱값을 초과하면, 수신집속이 정확히 이루어졌다고 판단하게 된다. 고주파성분 산출부(730)에서 수행하는 소정의 주파수 평균값은 다음의 식으로 표현된다.

수학식 2

$$F = \frac{\int_S F(x, y)}{S}$$

여기서, $F(x, y)$ 는 소정의 주파수 성분을 나타내고, S 는 소정의 주파수 성분을 검출하는 영역의 넓이를 나타낸다. 좌표 (x, y) 는 주파수 추출의 대상이 되는 영역에 속한다.

이제, 수신집속의 정확성 판단을 바탕으로 영역분할부(610)에서 판단 영역을 분할한다. 주사선 결합부(620)는 분할된 부분에서 수학식 1 또는 수학식 2의 값을 최대로 하는 예비 주사선 데이터를 조합하여, 적응적 주사선 데이터를 생성한다.

영역분할부(610)에 의한 영역 분할 방법으로 계층적 분할 기법과 모서리 검출(edge detection) 기법 등이 사용될 수 있다.

먼저, 도 8을 바탕으로 계층적 분할 기법을 사용하는 방법에 대하여 자세히 설명한다. 계층적 분할 기법에 있어서, 수신집속의 정확도에 대한 소정의 기준을 만족시킬 때까지, 판단 영역에 대한 분할을 반복한다. 도 8은 계층적 분할 기법에 의하여 2회에 걸쳐 판단 영역을 분할하는 과정을 나타내는데, 설명의 편의를 위하여 4개의 지연 프로파일을 사용하여 4개의 예비 수신집속 데이터를 생성하는 경우를 가정한다.

먼저, 화소의 밝기 및 특정 주파수 성분의 추출을 통해 수신집속의 정확성을 판단하는 수학식 1 또는 수학식 2에 의해, 소정의 개수의 주사선 데이터로 구성되는 판단 영역(800)에 대한 수신집속의 정확성을 판단한다. 상기 판단 영역(800)에 속한 모든 주사선에 대하여, 4개의 지연 프로파일을 각각 적용하여 복수의 예비 주사선 데이터를 수신집속한다. 만일, 하나 이상의 지연프로파일들에 대해, 수학식 1 또는 수학식 2의 값이 소정의 문턱값을 초과하는 경우, 영역의 분할을 수행하지 않는다. 이 경우, 수학식 1 또는 수학식 2를 최대로 하는 예비 주사선 데이터를 적응적 주사선 데이터로 결정한다. 도 8에서, 전파 속도(V_0)를 가정한 지연 프로파일을 사용한 예비 주사선 데이터가 판단영역(800)에 대한 수신집속 데이터로 선택되었음이 도시되어 있다.

모든 지연 프로파일에 대한 수학식 1 또는 수학식 2의 결과값이 소정의 문턱값을 초과하지 못하는 경우, 판단 영역(800)의 제1 분할을 수행한다. 제1 분할을 통하여 판단 영역(800)은 제1 부분(810)과 제2 부분(820)으로 분할된다. 다양한 분할 방법을 사용할 수 있는데, 도 8의 실시예에서는 판단 영역(800)의 수직방향 및 수평방향의 중점을 기준으로 수직분할과 수평분할을 반복하는 방법이 사용된다. 그러나, 본 발명의 다른 실시예에서, 예를 들면 수직 또는 수평 분할의 반복, 또는 대각선상의 분할등 다른 형태의 분할을 수행할 수 있음에 유의해야 할 것이다.

수직분할인 제1 분할에 의해 얻어진 제1 부분(810)과 제2 부분(820)에 대하여, 모든 지연프로파일들에 대한 수학식 1 또는 수학식 2의 결과값이 문턱값을 넘는지 판단한다. 문턱값을 넘는 지연 프로파일이 있는 경우, 수학식 1 또는 수학식 2를 최대값으로 하는 예비 주사선 데이터를 분할 부분(810, 820)에 대한 주사선 데이터로 선택한다. 도 8에서, 제1 부분(810)은 전송속도(V_0)를 가정한 지연 프로파일을 적용한 예비 주사선 데이터를, 제2 부분(820)은 전송속도(V_1)를 가정한 지연 프로파일을 적용한 예비 주사선 데이터를 적응적 주사선 데이터로 선택하는 것이 도시되어 있다.

만일 문턱값을 넘는 지연 프로파일이 존재하지 않는 경우, 제2 분할을 수행한다. 도면을 살펴보면, 제2 분할에서, 제1 분할에 의해 형성된 제2 부분(820)은 다시 분할 되었지만, 제1 부분(810)은 분할되지 않았음을 알 수 있다.

제2 분할에 의해 세분화된 분할 부분(821, 823)에 대해서, 제1 분할 이후 수행한 과정과 동일한 과정을 반복한다. 결과적으로, 제2 분할에 의해 세분화된 분할 부분(821, 823)은 각각 전송 속도(V_1)(V_2)를 가정한 지연 프로파일이 적용됨을 알 수 있다.

도 8의 하단에는 제2차 분할에 의해 생성될 수 있는 또다른 분할 형태를 보여주고 있다. 이 경우, 제1 분할에 의한 각각의 분할 부분(810, 820)은 다시 수평 방향으로 분할되었음을 알 수 있다. 도면에 나타나 있듯이, 결과적으로 제2 분할에 의해 판단 영역(800)이 4개의 부분(811, 813, 821, 823)으로 분할되었음을 볼 수 있다. 도 8에서, 제1 분할 부분(811)은 전송속도(V_0)를 가정한 지연 프로파일을 적용하여 얻은 예비 주사선 데이터를, 제2 분할 부분(813)은 전송속도(V_1)를 가정한 지연 프로파일을 적용하여 얻은 예비 주사선 데이터를, 제3 분할 부분(821)은 전송속도(V_2)를 가정한 지연 프로파일을 적용하여 얻은 예비 주사선 데이터를, 그리고 제4 분할 부분(823)은 전송속도(V_3)를 가정한 지연 프로파일을 적용하여 얻은 예비 주사선 데이터를 사용함을 보여주고 있다.

도 9는 모서리 검출(edge detection)을 이용한 영역 분할 방법을 나타낸다. 도 9에는, 외부에서는 알 수 없는 판단 영역(900)을 구성하는 매질들(910, 920, 930, 940)이 도시되어 있다. 도 8의 경우와 마찬가지로 4개의 지연 프로파일을 사용하는 경우를 가정한다. 모서리 검출을 이용하여 판단 영역(900)을 분할하는 방법은 다음과 같다.

먼저, 화소의 밝기 및 특정 주파수 성분의 추출을 통해 수신집속의 정확성을 판단하는 수학적 식 1 또는 수학적 식 2에 의해, 판단 영역(900)에 대한 수신집속의 정확성을 판단한다. 만일, 판단 영역 전체에 대한 수학적 식 1 또는 수학적 식 2의 값이 소정의 문턱값을 초과하는 경우, 영역 분할을 수행하지 않는다. 이 경우, 4개의 지연 프로파일을 적용하여 생성된 복수개의 예비 수신집속 데이터 중에서 수학적 식 1 또는 수학적 식 2의 값을 최대로 하는 수신집속 데이터를 판단 영역(900) 전체에 대한 수신집속 데이터로 결정한다.

수학적 식 1 또는 수학적 식 2의 값이 소정의 문턱값에 미치지 못하는 경우, 매질들의 모서리를 검출하여 영역 분할을 수행한다. 모서리 검출 기법은 분산값이 통과대역을 결정하는 저역 통과 필터(low-pass filter)인 가우시안 필터를 사용한다. 모서리에서는 매질의 변화가 발생하고, 따라서, 고주파 성분이 많이 분포한다. 따라서, 저역 통과 필터를 통과하지 못하고 남은 신호성분은 매질의 모서리를 표현하게 된다.

제1 모서리 검출에 의해, 판단영역(900)은 세 부분(920, 940, 950)으로 분할 된다. 도면에 나타나 있듯이, 내부 매질들 중, 매질(910)과 매질(930)은 모서리 검출에 의해 경계가 검출되지 않았음을 알 수 있다. 1차 모서리 검출에 의해 분할된 각 부분에 대하여 수학적 식 1 또는 수학적 식 2를 적용하여, 결과값이 소정의 문턱값을 넘는지 다시 비교한다. 문턱값을 넘는 지연 프로파일 중, 수학적 식 1 또는 수학적 식 2를 최대로 하는 값을 분할 영역에 대한 지연 프로파일로 결정한다. 도면에 나타나 있듯이, 분할 영역(920, 940, 950)은 순서대로 전파 속도(V_1, V_2, V_3)를 가정한 지연 프로파일을 적용한 예비 주사선 데이터를 사용하게 된다.

만일, 제1 모서리 검출에 의해 분할된 영역에 대한 수학적 식 1 및 수학적 식 2의 결과값이 소정의 문턱값을 넘지 못하는 경우, 분할 영역별로 모서리 검출을 반복한다. 이때, 정확한 모서리 변화를 검출하기 위하여, 매디언 필터의 대역을 조정할 수 있다.

상기한 계층적 분할기법 또는 모서리 검출 기법에 의한 판단 영역의 분할은 분할된 영역에 대한 수학적 식 1 또는 수학적 식 2의 값이 문턱값을 넘는 때까지 반복된다. 그러나, 본 발명의 또다른 실시예에서는, 분할의 횟수를 일정하게 제한할 수 있다. 분할의 마지막 단계에서, 수학적 식 1 또는 수학적 식 2의 결과값이 문턱값을 넘는지 판단하지 않고, 결과값을 최대로 하는 지연 프로파일을 적용한 예비 주사선 데이터를 해당 분할 부분에 적용한다.

도 10은 복수개의 지연 프로파일을 적용한 주사선 데이터를 형성함으로써 적응적 주사선 데이터를 생성하는 과정을 나타내는 흐름도이다.

먼저 수신집속단계(1000)에서, 복수개의 지연 프로파일을 적용하여 복수개의 예비 주사선 데이터를 생성한다. 수신집속 정확성 판단 단계(1010)에서, 복수개의 지연 프로파일을 적용하여 생성한 복수개의 예비 주사선 데이터에 대하여, 판단 영역 별로 수학적 식 1 또는 수학적 식 2를 계산하고, 결과값을 소정의 문턱값과 비교하여 수신집속의 정확성을 판단한다. 만약 수신집속이 정확하면, 적응적 주사선 데이터 생성단계(1030)로 천이하여, 각각의 분할영역에 대하여 수학적 식 1 또는 수학적 식 2값을 최대화 하는 지연 프로파일에 의한 예비 주사선 데이터를 조합하여 적응적 주사선 데이터를 생성한다.

도 2 내지 도 10을 바탕으로 설명한 본 발명의 실시예에서, 균일하지 않은 매질의 특성을 알지 못하므로, 네 개의 지연 프로파일 각각에 대하여 예비 주사선 데이터를 생성한 후, 영역을 분할한 후 최적의 주사선 데이터를 합성함으로써 매질의 특성이 반영될 수 있도록 하였다.

본 발명의 다른 실시예에 있어, 매질의 특성을 개략적으로 알 수 있는 경우, 각 매질에서 초음파의 전파 속도 및 굴절률 등에 대한 정보를 이용하여 보다 정확한 지연 프로파일을 생성할 수 있다. 예를 들어, 사람의 복부를 진단하는 경우, 매질은 순서대로 지방조직, 근육조직으로 형성되게 되며, 경동맥 부위를 진단하는 경우, 횡방향으로 길게 나타나는 부분의 매질은 혈액으로 구성되게 된다. 매질의 특성이 반영된 지연 프로파일의 생성 방법을 자세히 설명하면 다음과 같다.

설명의 편의를 위하여, 초음파 영상 시스템에 의한 진단부위는 크게 3개의 매질로 이루어져 있다고 가정한다. 매질은 비록 3부분으로 구성되어 있지만, 피진단자의 특성 및 진단자의 진단방법의 차이에 의해 실제 초음파가 전파되는 매질의 두께 및 굴절률에 차이를 가질 수 있다.

따라서, 도 2에 도시된 시스템에 입력되는 지연 프로파일은 다음과 같은 방법에 의해 생성된다. 먼저, 제1 매질의 특성을 반영할 수 있는 전파속도가 각각 $V_{1a} \sim V_{1d}$, 제2 매질의 특성을 반영할 수 있는 전파속도 $V_{2a} \sim V_{2d}$, 제3 매질의 특성을 반영할 수 있는 전파속도 $V_{3a} \sim V_{3d}$ 를 추정한다. 그리고, 지연 프로파일 D_i 는 각 매질에서의 전파속도 V_{1i} , V_{2i} , V_{3i} (i 는 $a \sim d$ 중 어느 하나)인 경우의 지연 프로파일로 결정한다. 그 이후 예비 주사선 데이터의 영역을 분할 및 합성 과정은 앞서서 도 2 내지 도 9를 바탕으로 설명한 실시예와 동일하다.

본 발명의 또 다른 실시예에서, 상기한 방법과는 다른 방법으로 매질의 특성이 반영된 지연 프로파일을 생성할 수 있다. 예를 들어, 도 9에서 모서리 검출 결과 매질의 특성을 나타내는 도면의 형태로 매질이 결정됨을 미리 알고 있는 경우, 초음파가 진행하면서 겪게 되는 매질은 V_3 , $V_1 \rightarrow V_3$, $V_1 \rightarrow V_3 \rightarrow V_2$, $V_3 \rightarrow V_2$ 의 네가지 형태를 지니게 된다. 따라서, 도 2에 도시된 초음파 영상 시스템에 입력되는 지연 프로파일 D_i 는 V_3 를 가정한 지연 프로파일 D_1 , V_1 , V_3 를 가정한 지연 프로파일 D_2 , V_1 , V_3 , V_2 를 가정한 지연 프로파일 D_3 , 그리고 V_3 , V_2 를 가정한 지연 프로파일 D_4 로 결정된다.

본 발명의 또다른 실시예에서, 적응적 지연 프로파일을 사용하기전 영역분할을 수행할 수 있다. 이 경우, 하나의 지연프로파일을 적용하여 초음파 영상을 형성한 후, 매질의 영역을 분할한다. 매질의 영역분할은 모서리 검출방법을 사용할 수도 있고, 인공지능을 이용한 분할 방법을 사용할 수도 있다. 그 이후, 앞서 설명한 매질의 특성을 반영한 지연 프로파일 생성 방법에 의해 적응적 지연 프로파일을 생성하게 된다.

< 송신집속>

적응적 수신 집속과 달리 적응적 송신집속에 있어서는, 일단 변환자 배열을 떠난 일군의 초음파 펄스의 집속점을 변화시킬 수 없다. 송신집속에 있어 매질의 특성을 반영하기 위해서는 매질의 변화에 따라 초음파의 전파속도가 변한다는 점을 고려하여 전파속도 각각에 연관된 복수의 지연 프로파일을 생성하여 적용하거나, 하나의 스캔라인에 대하여 복수의 점에 송신집속하는 방법을 사용해야 한다. 따라서, 매질의 특성을 반영하기 위해서는 송신집속을 반복하거나 (일종의 시간축상에서의 다중화), 상이한 위치에 송신집속되는 복수의 파형 또는 복수의 지연 프로파일이 적용된 복수의 파형을 하나의 파형으로 결합하여 한번에 전송하는 방법을 사용해야 한다.

먼저, 여러차례에 걸쳐 송신집속하는 방법에 관하여 설명한다. 이 방법은 송신집속에 사용되는 지연 프로파일을 변화시키면서 종래의 송신집속 방법을 여러번에 걸쳐 반복하는 것이므로, 도 1a에 도시된 송신집속 장치를 그대로 사용할 수 있다.

이 경우 대상물체를 이루는 매질에서의 전파속도를 몇개 예정하고, 예정된 전파속도를 근거로 도 1a의 지연회로(1)에 적용될 지연 프로파일을 결정한다. 즉, 대상 물체를 이루는 매질의 구성을 정확히 특정할 수 없는 경우가 대부분일 것이므로, 몇개의 전파속도를 가정하고 이를 근거로 송신집속 장치의 지연회로(1)에 적용할 지연 프로파일을 생성한다. 이와 같이, 몇개의 전파속도를 예정하여 순차적으로 송신집속되어 전송된 일군의 펄스로부터, 순차적으로 반사신호를 수신하여 각 전파속도에 대응된 예비 스캔라인 데이터를 수신집속한다. 예비 스캔라인 데이터는 도 1b에 도시된 종래의 수신집속 장치를 그대로 사용하여 생성할 수 있으며, 예정된 전파속도 각각에 적절한 지연 프로파일이 도 1b의 지연 제어기(40)에 적용된다.

이와 같이 미리 예정된 전파 속도 각각에 대하여 순차적으로 복수의 예비 스캔라인 데이터를 생성한 후, 이들을 적절히 분할하고 조합하여, 대상물에 대한 하나의 스캔라인 데이터를 구현한다. 이들의 분할 및 조합에 있어서는 도 6 내지 도 9를 바탕으로 설명한 적응적 수신집속 방법을 사용할 수 있다.

이와 같은 여러개의 전파속도를 가정하고, 여러번에 걸쳐 송신집속하는 방법을 사용하면, 종래의 송신집속 시스템 및 수신집속 시스템을 그대로 사용할 수 있다는 장점이 있다. 그러나, 이는 전파속도를 예정한 송신집속의 수에 비례하여 프레임율을 떨어뜨리는 단점을 갖는다. 예를 들어, 매질내에서 3개의 전파속도를 예정하는 경우, 초음파 영상의 프레임율은 1/3로 줄어들게 된다.

프레임 저하의 문제를 해결하기 위하여, 매질에서의 전파속도에 관한 통계적인 자료를 이용하여, 송신집속의 방향에 따라 한번 송신집속하는 방법을 생각할 수 있다. 소정의 전파속도를 추정하고, 이를 근거로 송신집속 방향에 따라 지연 프로파일을 생성한다. 전파속도에 관한 통계적 자료로, 도 2 또는 도 4에 도시된 적응적 수신집속에 의해 판단된 매질의 전파속도를 사용할 수 있다. 이 경우, 변환자 배열(10)로부터 전송된 펄스의 전파 속도는 반사되어 변환자 배열(10)로 돌아오는 펄스의 전파속도와 동일하다고 가정한다. 또한, 인체를 진단하는 경우, 진단부위별로 미리 전파 속도에 관한 통계 자료를 데이터 베이스화한 후, 이를 근거로 송신집속하는 방법도 사용할 수 있을 것이다.

도 11은 프레임율의 저하 문제를 발생시키지 않는 동시에 송신집속시 복수의 지연 프로파일을 적용할 수 있는 적응적 송신집속 장치의 일실시예를 나타낸다.

도 11을 살펴보면, 하나의 송신부 변환자 배열의 구성요소를 통해 전송되는 초음파 펄스는 복수의 지연회로(1a ~ 1c) 및 복수의 파형 테이블(3a ~ 3c)을 걸쳐 결합기(7)에 의해 하나의 신호로 합쳐진 후 증폭기를 거쳐(5) 생성된다. 종래의 송신 집속 장치인 도 1a와 비교할 때, 하나의 송신펄스를 생성하기 위해 지연회로(1) 및 파형 테이블(3)이 복수개 배치되어 있다는 점에 차이를 갖는다. 하나의 송신부 변환자 배열에 대하여 3개의 지연회로(1a ~ 1c) 및 파형 테이블(3a ~ 3c)이 연결되어 있는 형태로 도시하고 있으나, 지연회로(1)와 파형 테이블(13)의 갯수는 필요한 만큼 배치가 가능하다.

도 11은 영상화하고자 하는 대상물에서 초음파 펄스의 전파 속도가 송신집속의 방향에 따라 V1~V3로 변하는 경우를 가정한 실시예를 나타낸다. 세개의 지연회로 및 세개의 파형 테이블 각각은 세개의 전송속도 V1~V3에 따라 맞춰져 있다. 지연회로 각각의 출력신호에 따라 파형 테이블(3)로부터 파형을 읽어들이며, 지연 회로에 인가되는 지연 프로파일에 각각 대응되는 펄스가 생성된다. 서로 상이한 전파속도를 반영하므로, 복수의 지연회로(1a ~ 1c) 각각에 가해지는 지연 프로파일은 특수한 경우를 제외하고 서로 상이한 지연값을 갖는다.

서로 다른 지연 프로파일이 적용되는 3개의 파형은 결합기(7)를 거쳐 하나의 신호로 결합된 후 하나의 송신부 변환자 배열을 통해 전송된다. 따라서, 파형 테이블(3a~3c) 각각에는 반사신호로부터 각각의 지연 프로파일이 적용된 파형을 분리해 낼 수 있는 형태로 파형이 저장된다.

이를 위하여, 주파수 분할 방법을 사용할 수 있다. 이 경우, 파형 테이블(3a ~ 3c) 각각에 반송주파수($f_1 \sim f_3$)를 사용하는 파형을 저장하고, 결합기(7)에 의해 주파수 분할 다중화된 하나의 신호가 생성된다. 따라서, 반사신호를 반송 주파수($f_1 \sim f_3$)를 통과시키는 대역통과 필터를 통과시켜 송신집속시 적용된 지연 프로파일 각각에 대응되는 신호로 분리 가능하다.

또한, 코드 분할 방법을 사용할 수 있다. 이 경우, 파형 테이블(3a ~ 3c) 각각에 수신시 분리가 가능한 부호(예를 들면, 직교 부호의 특성을 갖는 골레이 코드(Golay code))로 부호화한 파형을 각각 저장한 후 결합기(7)에 의해 다중화하여 전송하면, 반사신호를 각각의 부호에 맞춰진 필터를 통과시킴으로써, 각각의 지연 프로파일이 적용된 신호들을 분리할 수 있게 된다. 주파수 분할 및 부호 분할 방법 이외에도 반사신호를 분리할 수 있는 다양한 다중화 방법을 사용할 수 있음은 당업자에게 자명하다.

도 12는 도 11의 송신집속 방법을 사용하는 경우, 수신신호로부터 각각의 지연 프로파일이 적용된 신호들을 분리할 수 있는 수신기의 구조를 나타내고 있다. 도 12를 살펴보면, 변환자 배열(10)의 수신부를 통해 수신된 신호는 통상의 수신집속 장치(1210)를 통해 수신집속된 후, 도 11의 3개의 필터(1230a ~ 1230c)에 의해 각각의 지연 프로파일 특성 별로 분리된다. 송신집속 시 주파수 분할에 의해 다중화한 경우, 3개의 필터(1230a ~ 1230c)는 중심 주파수가 파형 테이블(3)에 저장된 파형데이터의 반송 주파수에 맞춰진 대역통과 필터일 것이고, 송신집속 시 부호분할을 사용한 경우, 파형 테이블(3)에 저장된 파형 데이터의 해당 부호에 정합된 필터일 것이다.

이와 같이 도 11 및 도 12에 도시된 송신집속 및 수신집속의 방법을 사용하면, 복수개의 예비 스캔라인 데이터가 생성되는데, 분할 및 결합기(1240)는 이들 복수개의 예비 스캔라인 데이터를 분할 및 결합하여 하나의 스캔라인 데이터를 생성한다. 분할 및 결합기(1240)는 적응적 수신집속 방법에 대하여 도 6 내지 도 9를 바탕으로 설명한 분할 및 조합 방법을 사용할 수 있다.

도 13은 도 11의 송신집속을 사용하는 경우, 수신신호로부터 송신집속시 적용된 지연 프로파일 별로 수신신호를 분리할 수 있는 또 다른 수신기의 구조를 나타낸다. 도 12에 도시된 수신기와 비교할 때, 수신신호를 분리하는 필터(1230)는 수신집속 이전에 변환자 배열(10)과 빔형성기 사이에 연결되어 반사 신호를 분리한다는 점을 제외하고 나머지 구조는 동일하다. 이 경우, 수신집속 이전에 송신집속시 적용된 지연 프로파일에 따라 반사신호를 분리하므로, 도 12의 수신기 보다 신호의 정확한 분리가 가능해진다. 그러나, 각각의 변환자 배열마다 필터링을 수행해야 하므로, 수신기의 구조는 도 12에 비하여 복잡해지는 단점을 갖는다.

이후, 분할 및 결합기(1240)는 적응적 송신집속 지연 프로파일을 적용하여 생성된 복수의 예비 스캔라인 데이터로부터 이들을 결합하여 하나의 초음파 영상을 형성한다. 이 방법은 도 12의 경우와 동일하다.

이상 도 11 내지 도 13에서 설명한 송신집속 방법에 있어서는 매질별 전파속도에 근거하여 생성된 복수의 지연 프로파일을 적용하는 방법에 관하여 설명하였으나, 이 방법은 하나의 스캔라인에 대하여 서로 상이한 위치에 여러번 송신집속하는 방법에도 그대로 적용이 가능하다. 즉, 도 11의 지연회로(1) 각각은 복수개의 집속점 각각에 최적화된 지연 프로파일을 적용하며, 파형 테이블(3) 각각은 서로 다른 집속점을 갖는 파형들이 결합되어 전송되었을 때, 수신집속시 집속

점별로 분리될 수 있는 형태로 파형을 저장한다. 도 12 및 도 13의 필터(1230)는 수신된 초음파 신호로부터 이들 각각을 분리할 수 있도록 맞춰진다.

이 경우, 송신집속점은 도 2 또는 도 4의 적응적 수신집속에 의해 분할된 판단영역별로 결정될 수 있다. 예를 들면, 도 8에서, 판단영역(800)은 4개의 부분(811, 813, 821, 823)으로 분할되었고, 각각의 분할부분 중심에 초점이 맞춰지도록 한다. 즉, 분할 부분(811)에 대하여는, 전파속도 V0에 근거하여 분할부분의 중심에 송신집속되도록 하고, 분할 부분(813)에 대하여는, 전파속도 V1에 근거하여 분할부분의 중심에 송신집속되도록 하며, 분할 부분(821)에 대하여는, 전파속도 V2에 근거하여 분할부분의 중심에 송신집속되도록 하고, 분할 부분(823)에 대하여는, 전파속도 V3에 근거하여 분할부분의 중심에 송신집속되도록 한다. 결국, 하나의 스캔라인에 대하여, 2개의 지연프로파일을 적용하여 송신집속한다.

도 9에 도시된 분할부분(920, 940, 950)에 대하여 본 송신집속 방법을 적용하는 경우, 분할부분(950)은 분할부분(920)에 의해 영역이 분리되어 있으므로, 분할부분(950)의 상부 및 하부 각각에 중점을 잡아 송신집속하는 방법을 사용할 수 있다. 이 경우 송신집속을 위해, 분할부분(920)에 의해 영역이 분리되어 있는 분할부분(950)에 대하여는, 전파속도 V2에 근거하여 상부 및 하부의 중심에 송신집속하고, 분할부분(920)에 대하여는 전파속도 V1에 근거하여 분할부분의 중심에 송신집속하며, 분할부분(940)은 전파속도 V3에 근거하여 분할부분의 중심에 송신집속한다.

< 다중 빔 시스템(Multi-beam system)에의 응용 >

이상 설명한 적응적 지연프로파일을 이용한 송신집속 및 수신집속 방법은 다중 빔 시스템에 있어서도 적용이 가능하다. 다중 빔 시스템은 한번의 송신 집속으로 복수의 스캔라인을 형성하는 수신집속 방법이므로, 도 11에 도시한 적응적 지연 프로파일을 이용한 송신집속 방법은 다중 빔을 형성하기 위한 송신집속 장치에 그대로 적용할 수 있다. 도 11의 송신집속을 사용하는 경우, 수신기의 구조인 도 12 및 13 역시, 다중 빔을 생성하는 각각의 채널에 직접 적용이 가능하다.

도 2 및 도 4에 도시한 적응적 지연 프로파일을 이용한 수신집속 방법도 다중 빔 시스템에서 복수의 스캔라인을 생성하는 각각의 채널에 직접 적용할 수 있다.

< 적응적 송신집속 및 수신집속 >

이상, 적응적 지연 프로파일을 이용한 송신집속 방법 및 수신집속 방법 각각에 대하여 기술하였지만, 이들을 동시에 적용하는 것도 가능하다.

이 경우, 송신집속은 도 11에 도시된 적응적 송신집속 방법을 그대로 사용하며, 수신집속에 있어서, 도 12 및 도 13의 빔형성기(1210)에 도 2 또는 도 4의 빔 형성기를 사용하게 된다. 이와 같이 적응적 송신집속 및 송신집속을 동시에 사용하는 경우, 예를 들어, 3개의 지연프로파일을 사용하여 송신집속하고, 4개의 지연프로파일을 사용하여 수신집속하는 경우, 하나의 스캔라인 당 12개의 예비 스캔라인 데이터가 생성된다. 이 경우, 이들 12개의 예비 스캔라인 데이터를 적절히 분할 및 결합하여 하나의 스캔라인 데이터를 생성해야 하는데, 도 6 내지 도 9에 도시한 방법을 사용할 수 있다.

지금까지 본 명세서 내에서 설명된 실시 형태는, 어디까지나 본 발명의 기술 내용을 명확하게 하기 위한 것으로, 본 발명의 권리범위는 그와 같은 예에만 한정하여 협의로 해석되어야 하는 것이 아니고, 본 발명의 사상과 다음에 기재하는 특허 청구 범위 내에서 여러 가지 변형과 변경을 포함한다.

발명의 효과

본 발명에 의한 적응적 지연을 이용한 송신집속 및 수신집속 장치를 사용하면, 매질의 변화로 발생하는 지연 프로파일의 부정확성과 이로 인하여 발생하는 송신집속 및 수신집속의 오류를 줄일 수 있다. 매질의 특성이 반영된 지연 프로파일을 사용함으로써 정확한 송신집속 및 수신집속이 가능하므로, 선명한 초음파 영상을 구현할 수 있다.

(57) 청구의 범위

청구항 1.

초음파 영상 시스템에서 주사선 데이터를 수신집속하는 방법에 있어서,

- a. 다수의 변환자에서 초음파 영상을 형성할 대상영역으로 초음파 신호를 송신집속하는 단계와,
- b. 상기 대상영역으로 부터 반사되어 상기 다수의 변환자에서 수신된 초음파 신호를 다수의 지연 프로파일에 따라서 수신집속하여 다수의 예비 주사선 데이터를 형성하는 단계와,
- c. 상기 다수의 예비 주사선 데이터를 조합하여 주사선 데이터를 형성하는 단계를 포함하는 수신집속 방법.

청구항 2.

제1항에 있어서, 상기 c. 조합하는 단계는,

- d. 상기 초음파 영상을 형성할 대상영역을 다수의 판단영역으로 분할하는 단계와,
- e. 상기 d. 단계에서 분할된 각 판단영역에 대하여, 상기 복수개의 예비 주사선 데이터 중 하나의 예비 주사선 데이터를 선택하는 단계와,
- f. 상기 선택된 주사선 데이터를 합성하여 적응적 주사선 데이터를 생성하는 단계를 포함하는 수신집속 방법.

청구항 3.

제2항에 있어서, 상기 d. 분할 단계는

- d1) 상기 대상 영역을 둘 이상의 판단 영역으로 분할하는 단계와,
- d2) 상기 b 단계에서 수신집속된 상기 복수개의 예비 주사선 데이터를 이용하여 상기 판단영역에 대한 수신집속의 정확도를 결정하는 단계와,
- d3) 상기 정확도가 소정의 기준을 만족시킬 때까지 상기 판단영역을 더 분할하고 상기 더 분할된 판단영역에 대한 수신집속의 정확도를 결정하는 단계를 반복하는 단계를 포함하는 수신집속 방법.

청구항 4.

제1항에 있어서,

상기 b. 단계는, 복수개의 지연 프로파일을 병렬적으로 적용하여 예비 주사선 데이터를 동시에 생성하는 단계를 포함하는 수신집속 방법.

청구항 5.

제1항에 있어서,

상기 b. 단계는, 복수개의 지연 프로파일을 순차적으로 적용하여 예비 주사선 주사선 데이터를 순차적으로 생성하는 단계를 포함하는 수신집속 방법.

청구항 6.

제3항에 있어서,

상기 d2 및 d3 단계에서 수신집속의 정확도를 결정하는 단계는, 화소의 밝기 평균값을 소정의 문턱값과 비교하는 단계를 포함하는 수신집속 방법.

청구항 7.

제3항에 있어서,

상기 d2 및 d3 단계에서 수신집속의 정확도를 결정하는 단계는, 고주파 성분의 평균값을 소정의 문턱값과 비교하는 단계를 포함하는 수신집속 방법.

청구항 8.

제3항에 있어서,

상기 d1 및 d3단계에서 판단 영역의 분할은 계층적 방법에 의해 분할하는 수신집속 방법.

청구항 9.

제8항에 있어,

상기 계층적 방법에 의한 분할은, 판단 영역의 수직 방향 분할과 수평방향 분할을 번갈아 반복하는 수신집속 방법.

청구항 10.

제2항에 있어,

상기 d. 단계에서 판단 영역의 분할은, 모서리 검출 방법에 의해 분할하는 수신집속 방법.

청구항 11.

제1항에 있어서,

상기 복수개의 지연 프로파일은 매질의 특성이 반영된 초음파 전파 속도의 조합을 근거로 생성되는 수신집속 방법.

청구항 12.

제1항에 있어서,

상기 b단계 이전에 하나의 지연 프로파일에 의해 주사선 데이터를 생성하는 단계와, 상기 주사선 데이터의 영역을 분할하는 단계를 더 포함하고,

상기 b단계에서 복수개의 지연 프로파일의 생성은 상기 분할된 영역의 특성이 반영된 초음파 전파 속도의 조합을 근거로 생성되는 수신집속 방법.

청구항 13.

다수의 변환자를 통해 초음파 영상을 형성할 대상영역으로 초음파 신호를 전송하여 영상을 형성하는 초음파 영상 시스템에서 주사선 데이터를 수신집속하는 장치에 있어서,

a. 상기 대상영역으로부터 반사되어 상기 변환자에서 수신된 초음파 신호를 다수의 지연 프로파일에 따라서 수신집속하여 다수의 예비 주사선 데이터를 형성하는 수단과,

b. 상기 다수의 예비 주사선 데이터를 조합하여 주사선 데이터를 형성하는 수단

을 포함하는 수신집속 장치.

청구항 14.

제13항에 있어서, 상기 b. 조합하는 수단은,

c. 상기 초음파 영상을 형성할 대상영역을 다수의 판단영역으로 분할하는 수단과,

d. 상기 분할 수단에 의해 분할된 각 판단영역에 대하여, 상기 복수개의 예비 주사선 데이터 중 하나의 예비 주사선 데이터를 선택하는 수단과,

e. 상기 선택된 주사선 데이터를 합성하여 적응적 주사선 데이터를 생성하는 수단

을 포함하는 수신집속 장치.

청구항 15.

제14항에 있어서, 상기 c. 분할 수단은

c1) 상기 대상 영역을 둘 이상의 판단 영역으로 분할하는 수단과,

c2) 상기 복수개의 예비 주사선 데이터를 이용하여 상기 판단영역에 대한 수신집속의 정확도를 결정하는 수단과,

c3) 상기 정확성이 소정의 기준을 만족시킬 때까지 상기 판단영역을 더 분할하고 분할된 판단영역에 대한 수신집속의 정확도를 결정하는 절차를 반복하는 수단

을 포함하는 수신집속 장치.

청구항 16.

제13항에 있어서,

상기 예비 주사선 데이터를 생성하는 수단은 상기 복수개의 지연 프로파일을 병렬적으로 적용하여 복수개의 수신집속 데이터를 동시에 생성하는 지연 제어수단을 포함하는 수신집속 장치.

청구항 17.

제13항에 있어서,

상기 예비 주사선 데이터를 생성하는 수단은 상기 복수개의 지연 프로파일을 순차적으로 적용하여, 복수개의 수신집속 데이터를 순차적으로 생성하는 지연 제어수단을 포함하는 수신집속 장치.

청구항 18.

제15항에 있어서,

상기 수신집속의 정확도를 결정하는 수단은,

상기 판단영역 각각에 속한 화소의 밝기 성분의 평균값과 소정의 문턱값을 비교하는 수단을 포함하는 수신집속 장치.

청구항 19.

제15항에 있어서,

상기 수신집속의 정확도를 결정하는 수단은,

상기 판단영역 각각에 속한 고주파 성분의 평균값과 소정의 문턱값을 비교하는 수단을 포함하는 수신집속 장치.

청구항 20.

제15항에 있어서,

상기 분할수단은,

계층적 분할기법을 이용하여 상기 판단 영역을 분할하는 수신집속 장치.

청구항 21.

제15항에 있어서,

상기 분할수단은,

모서리 검출을 이용하여 상기 판단 영역을 분할하는 수신집속 장치.

청구항 22.

초음파 영상 시스템의 송신집속 장치에서,

복수개의 지연 프로파일을 적용하여 일군의 초음파 펄스를 송신집속하는 단계와,

상기 송신집속된 일군의 초음파 펄스를 전송하는 단계

를 포함하는 송신집속 방법.

청구항 23.

제22항에 있어서, 상기 복수개의 지연 프로파일은 초음파 영상을 형성할 대상 영역내에서의 전파속도에 기초하는 송신 집속 방법.

청구항 24.

제22항에 있어서, 상기 복수개의 지연 프로파일은 하나의 스캔라인에 대하여 복수의 위치에 송신집속되는 지연값에 기초하는 송신집속 방법.

청구항 25.

제22항 내지 제24항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 송신집속하는 단계는 상기 복수개의 지연 프로파일을 순차로 적용하여 순차적으로 일군의 초음파 펄스를 송신집속하는 단계이고, 상기 전송하는 단계는 상기 순차적으로 송신집속된 일군의 초음파 펄스를 순차적으로 전송하는 단계인 송신집속 방법.

청구항 26.

제22항 내지 제24항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 송신집속하는 단계는, 송신집속 방향에 따라 변화하는 상기 대상 영역에서의 전파 속도를 미리 결정하여 두고 상기 결정된 전파 속도에 근거하여 생성된 지연 프로파일을 적용하는 단계를 포함하는 송신집속 방법.

청구항 27.

제22항 내지 제24항 중 어느 한 항에 있어서에 있어서,

상기 일군의 초음파 펄스를 송신집속하는 단계는, 상기 일군의 초음파 펄스에 속한 각각의 초음파 펄스를 생성하기 위하여,

상기 복수개의 지연 프로파일 각각을 적용하는 단계와,

상기 복수개의 지연 프로파일 각각에 대응된 파형 데이터로부터 복수개의 파형을 생성하는 단계와,

상기 생성된 복수개의 파형을 다중화하는 단계

를 포함하는 수신집속 방법.

청구항 28.

초음파 영상 시스템에서,

복수개의 지연 프로파일을 적용하여 일군의 초음파 펄스를 송신집속하는 수단과,

상기 송신집속된 일군의 초음파 펄스를 전송하는 수단

을 포함하는 송신집속 장치.

청구항 29.

제28항에 있어서, 상기 복수개의 지연 프로파일은 초음파 영상을 형성할 대상 영역내에서의 전파속도에 기초하는 송신 집속 장치.

청구항 30.

제28항에 있어서, 상기 복수개의 지연 프로파일은 하나의 스캔라인에 대하여 복수의 위치에 송신집속되는 지연값에 기초하는 송신집속 장치.

청구항 31.

제28항 내지 30항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 일군의 초음파 펄스를 송신집속하는 수단은, 상기 일군의 초음파 펄스에 속한 초음파 펄스 각각을 생성하기 위하여,

상기 복수개의 지연 프로파일 각각을 적용하는 수단과,

상기 복수개의 지연 프로파일 각각에 대응된 파형 데이터로부터 복수개의 파형을 생성하는 수단과,

상기 생성된 복수개의 파형을 다중화하는 수단

을 포함하는 수신집속 장치.

청구항 32.

초음파 영상시스템에 있어,

복수의 지연 프로파일을 적용하여 일군의 초음파 펄스를 송신집속하는 송신수단과,

상기 송신집속시 적용된 복수의 지연 프로파일에 기초하여, 상기 대상영역으로부터의 반사신호를 수신집속하는 수신수단

을 포함하는 초음파 영상시스템.

청구항 33.

제32항에 있어서, 상기 복수개의 지연 프로파일은 초음파 영상을 형성할 대상 영역내에서의 전파속도에 기초하는 초음파 영상시스템.

청구항 34.

제32항에 있어서, 상기 복수개의 지연 프로파일은 하나의 스캔라인에 대하여 복수의 위치에 송신집속되는 지연값에 기초하는 초음파 영상시스템.

청구항 35.

제32항 내지 제34항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 송신수단은, 상기 일군의 초음파 펄스에 속한 초음파 펄스 각각을 형성하기 위하여,

상기 복수개의 지연 프로파일 각각을 적용하는 수단과,

상기 복수개의 지연 프로파일 각각에 대응된 파형 데이터로부터 복수개의 파형을 생성하는 수단과,

상기 생성된 복수개의 파형을 다중화하는 수단

을 포함하는 초음파 영상 시스템.

청구항 36.

제32항 내지 제34항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 수신수단은,

상기 대상영역으로부터의 반사신호를 수신집속하여 주사선 데이터를 생성하는 수단과,

상기 주사선 데이터를 송신집속시 적용된 복수의 지연 프로파일 각각에 대응하는 복수개의 예비 주사선 데이터로 분리하는 수단

을 포함하는 초음파 영상 시스템.

청구항 37.

제32항 내지 제34항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 수신수단은,

상기 일군의 초음파 펄스로부터의 반사신호를 수신하는 변환자 배열과,

상기 변환자 배열 각각에 접속되어, 상기 변환자 배열 각각이 수신한 반사신호를 송신집속시 적용된 상기 복수의 지연 프로파일 각각에 대응하는 복수의 신호로 분리하는 수단과,

상기 분리된 복수의 신호 각각을 수신집속하여 송신집속시 적용된 상기 복수의 지연 프로파일 각각에 대응된 예비 주사선 데이터를 생성하는 수신집속 수단

을 포함하는 초음파 영상 시스템.

청구항 38.

제36항에 있어서, 상기 수신수단은,

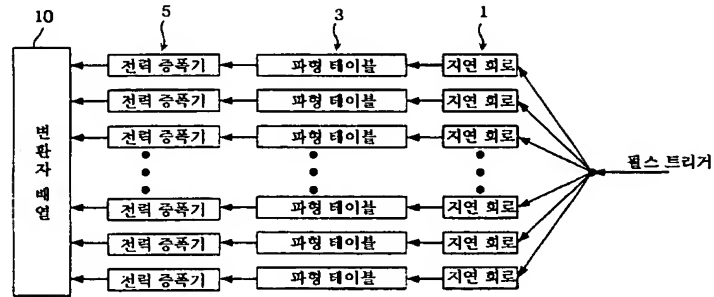
초음파 영상을 형성할 대상 영역을 판단영역으로 분할하고, 분할된 모든 판단 영역에 대해 상기 복수개의 예비 주사선 데이터 중 하나를 선택하고, 상기 선택된 예비 주사선 데이터를 합성하여 하나의 주사선 데이터를 생성하는 합성수단을 더 포함하는 초음파 영상 시스템.

청구항 39.

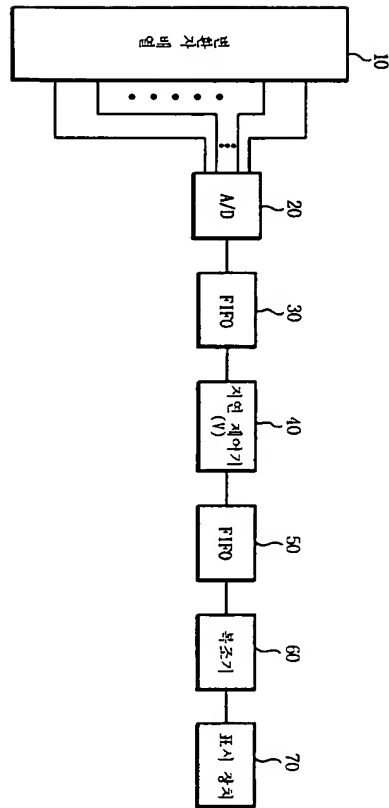
제37항에 있어서, 상기 수신수단은,

초음파 영상을 형성할 대상 영역을 판단영역으로 분할하고, 분할된 모든 판단 영역에 대해 상기 복수개의 예비 주사선 데이터 중 하나를 선택하고, 상기 선택된 예비 주사선 데이터를 합성하여 하나의 주사선 데이터를 생성하는 합성수단을 더 포함하는 초음파 영상 시스템.

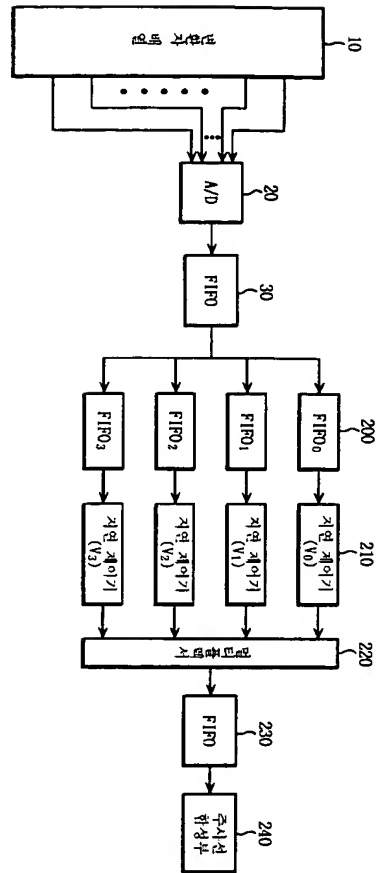
도면 1a



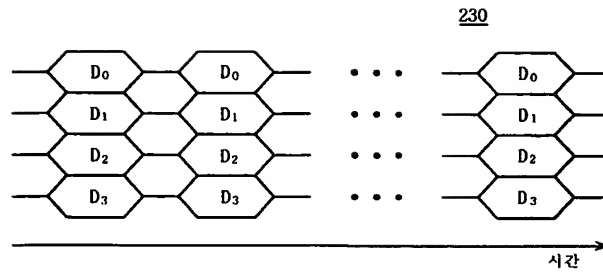
도면 1b



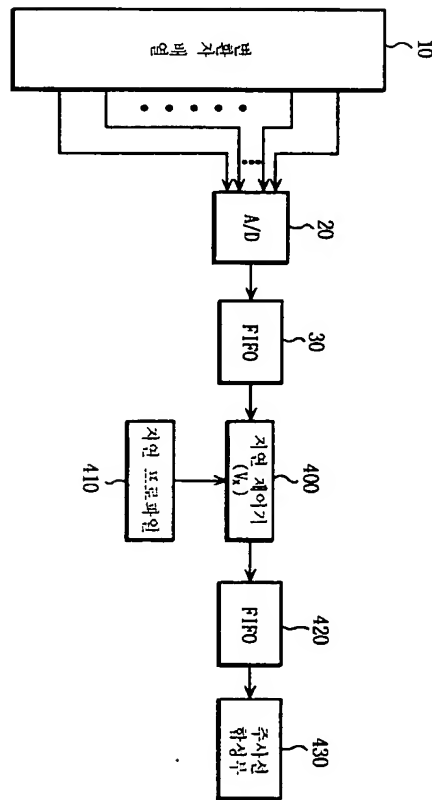
도면 2



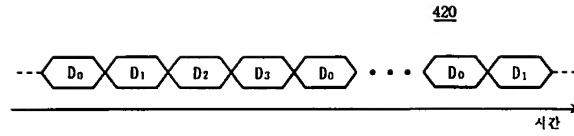
도면 3



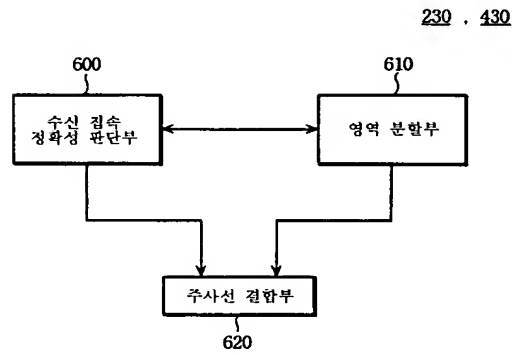
도면 4



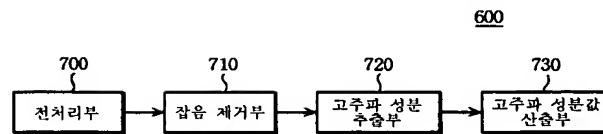
도면 5



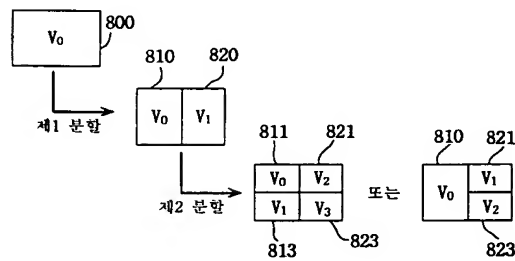
도면 6



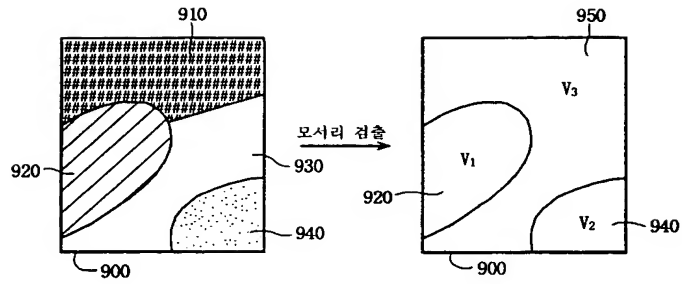
도면 7



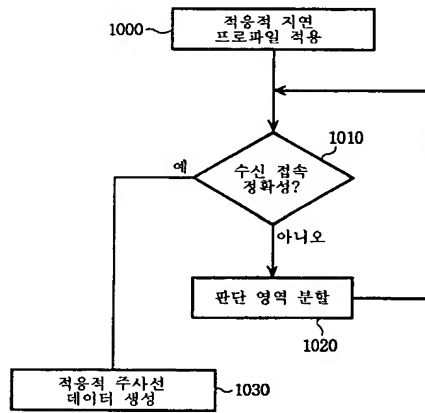
도면 8



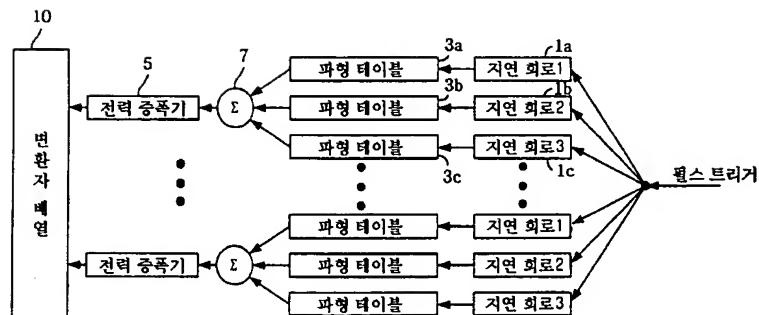
도면 9



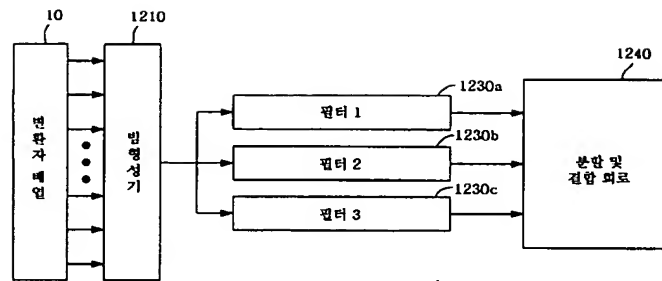
도면 10



도면 11



도면 12



도면 13

